

Hearing aid for person with frequency dependent hearing loss

Patent number: DE19525944
Publication date: 1997-01-23
Inventor: BERNDSEN KLAUS-JUERGEN DR (DE)
Applicant: BERNDSEN KLAUS JUERGEN DR (DE)
Classification:
- **international:** H04R25/00
- **european:** H04R25/00G
Application number: DE19951025944 19950718
Priority number(s): DE19951025944 19950718

Abstract of DE19525944

The hearing aid detects an input signal, dependent on an environment signal to be amplified, and produces an output signal, which is conveyed to the person with the hearing disorder to support the perception of the environment signal. The environment signal to be amplified is enriched with upper harmonic oscillations of its respective basic frequency, which may pref. extend over the full normal hearing range up to 20 kHz.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 195 25 944 A 1

⑤① Int. Cl.⁶:
H 04 R 25/00

②① Aktenzeichen: 195 25 944.0
②② Anmeldetag: 18. 7. 95
④③ Offenlegungstag: 23. 1. 97

DE 195 25 944 A 1

⑦① Anmelder:
Berndsen, Klaus-Jürgen, Dr., 59423 Unna, DE

⑦④ Vertreter:
Schneiders, J., Dipl.-Ing., Rechtsanwalt, 44787
Bochum

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
EP 00 71 845
Dickreiter, Michael: Handbuch der
Tonstudioteknik Band 1, K.G. Saur, München
u.a. 1987, S. 371-372;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hörhilfe

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hörhilfe für Personen mit frequenzabhängigen Hörverlusten. Um einerseits efferente und afferente Hör-Sinnesleistungen der peripheren und zentralen Funktionsbereiche anzuregen, zu aktivieren und zu trainieren, daß eine Verbesserung des Hörvermögens eintritt und andererseits den Informationsgehalt des Umgebungssignals derart zu erhöhen, daß das Unterscheidungsvermögen für ähnlich klingende Sprachlaute geschärft und damit verbessert wird, schlägt die Erfindung vor, daß abhängig von der Grundfrequenz des zu verstärkenden Umgebungssignals dieses mit den zu der jeweiligen Grundfrequenz gehörenden Oberschwingungen angereichert ist. Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Hörhilfe als Hör-Trainingsgerät werden Lernvorgänge initiiert, die schwerpunktmäßig auf komplexe Hörmuster abzielen und zu neuen Dekodierungsleistungen bei der zentralen Hörverarbeitung führen.

DE 195 25 944 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 96 602 064/47

9/24

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hörhilfe für Personen mit frequenzabhängigen Hörverlusten, wobei abhängig von einem zu verstärkenden Umgebungssignal, welches als Eingangssignal an der Hörhilfe anliegt, ein Ausgangssignal erzeugt wird, welches der hörgeschädigten Person zugeführt wird und diese bei der Wahrnehmung des Umgebungssignals unterstützt.

Hörverluste sind in der Regel frequenzabhängig. Nach dem Stand der Technik wird versucht solche frequenzabhängigen Hörverluste durch Hörgeräte in Form elektroakustischer Schallverstärker zu beheben. Dabei wird in den Frequenzbereichen, in denen die Hörstörung vorliegt, die Lautstärke (Intensität) des Umgebungssignals verstärkt. Bei einer nach dem Stande der Technik (EP 0 071 845 A2) bekannten Hörhilfe der genannten Art werden dabei die durch nichtlineare Elemente verursachten Signalkomponenten durch eine geeignete Filterung vermindert.

Diese bekannten Hörgeräte heben zwar die kritische Hörschwelle an und mindern dadurch die Schwerhörigkeit, an den Ursachen (Hörnervschädigungen oder Degeneration der Sinneszellen der Schnecke bei Lärmschwerhörigkeit) ändern sie jedoch nichts. Durch die bloße Verstärkung kann Lärmschwerhörigkeit sogar ausgeweitet werden, bzw. sich zusätzlich einstellen.

Außerdem ist die Analyse des verbliebenen Hörvermögens (Audiometrie) problematisch und eine entsprechende Adaption des Verstärkungsfaktors des Hörgerätes an den jeweiligen Hörgeschädigten sehr kompliziert. Das Hörgefühl mit einem solchen elektroakustischen Schallverstärker ist sehr verschieden zu dem natürlichen Hörgefühl. Deshalb bedarf es einer langwierigen Gewöhnung an die veränderten Schallpegelverhältnisse, da der Schall zwar frequenzabhängig, selektiv verstärkt werden kann, das Unterscheidungsvermögen für ähnlich klingende Sprachlaute aber stark vermindert ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hörhilfe der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß einerseits efferente und afferente Hör-Sinnesleistungen der peripheren und zentralen Funktionsbereiche angeregt, aktiviert und trainiert werden, daß eine Verbesserung des Hörvermögens eintritt und andererseits der Informationsgehalt des Umgebungssignals derart erhöht wird, daß das Unterscheidungsvermögen für ähnlich klingende Sprachlaute geschärft und damit verbessert wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend von der Hörhilfe der eingangs genannten Art vor, daß abhängig von der Grundfrequenz des zu verstärkenden Umgebungssignals dieses mit den zu der jeweiligen Grundfrequenz gehörenden Oberschwingungen angereichert ist.

Die Hörhilfe gemäß der Erfindung hat den Vorteil, daß sie im Therapiebereich als Hörtrainingsgerät eingesetzt werden kann. Durch solches Training werden Lernvorgänge initiiert, die schwerpunktmäßig auf komplexe Hörmuster abzielen und zu neuen Dekodierungsleistungen bei der zentralen Hörverarbeitung führen.

Dies kann als Gestalt-Wahrnehmung eines redundant kodierten Klang-Musters erklärt werden, was durch die Überlagerung der Grundfrequenz mit den entsprechenden Oberschwingungen ermöglicht wird (Mustererkennung). Selbst wenn eine hörgeschädigte Person die Grundfrequenz eines Lautes nicht wahrnehmen kann, so ergänzt das Gehirn nach einer Trainingsphase derart, daß die Tonhöhe dieses Lautes trotzdem wahrgenom-

men wird (Ergänzungshören).

Durch die Anreicherung des Umgebungssignals mit entsprechenden Oberschwingungen wird außerdem der Informationsgehalt des Umgebungssignals derart erhöht, daß im Gegensatz zu herkömmlichen Hörgeräten das Unterscheidungsvermögen für ähnlich klingende Sprachlaute wesentlich verbessert und durch Schärfung auch geschönt wird.

Darüber hinaus ermöglicht die Anreicherung mit Oberwellen eine Hörverbesserung auch ohne Verstärkung des Umgebungssignals, was sich besonders positiv bei Recruitment (Normal- oder Überhörigkeit bei mittleren bis hohen Schallpegel) auswirkt.

Vorzugsweise ist die Grundfrequenz des zu verstärkenden Umgebungssignals mit Oberschwingungen im gesamten für das gesunde menschliche Ohr hörbaren Frequenzbereich bis etwa 20 kHz angereichert.

Dadurch wird einer hörgeschädigten Person ein Maximum an Informationsgehalt zur Verfügung gestellt und das Hörvermögen soweit wie möglich verbessert.

Erfindungsgemäß ist das gesamte modulierte Klangspektrum oder ein ausgewählter Frequenzbereich des modulierten Klangspektrums am Ausgang zusätzlich verstärkbar.

Dadurch kann einerseits der höhere Informationsgehalt des Ausgangssignals zur besseren Verständlichkeit des Umgebungssignals (nur Wortkorrektur) benutzt werden und andererseits das Ausgangssignal zusätzlich in seiner Intensität verstärkt werden. Dies erleichtert den hörgeschädigten Personen die akustische Wahrnehmung von Umgebungssignalen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß eine individuelle Anpassung der Hörhilfe durch ein Verändern des Mischverhältnisses von dem Eingangssignal mit dem mit Oberschwingungen angereicherten Ausgangssignal der Hörhilfe erfolgt.

Dies ermöglicht eine optimale Anpassung an individuelle Hörgewohnheiten der hörgeschädigten Personen. Gerade das Empfinden der Klangfarbe von Lauten, die durch die Anzahl der überschwingen bestimmt wird, kann von Person zu Person stark variieren. Dieser Tatsache wird durch das veränderbare Mischverhältnis von Eingangs- und Ausgangssignal Rechnung getragen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Schema des Signallaßplans der erfindungsgemäßen Hörhilfe;

Fig. 2 das Frequenzspektrum des Vokales [e];

Fig. 3 das Frequenzspektrum aus Fig. 2, wie es eine Person wahrnimmt, die an Schwerhörigkeit bei Frequenzen $f < f_{\text{grenz}}$ leidet;

Fig. 4 das Frequenzspektrum aus Fig. 2, verstärkt mit einem herkömmlichen elektroakustischen Schallverstärker, wie es eine Person wahrnimmt, die eine Schwerhörigkeit bei Frequenzen $f < f_{\text{grenz}}$ leidet;

Fig. 5 das Frequenzspektrum aus Fig. 2, erfindungsgemäß mit Oberschwingungen angereichert, wie es eine Person wahrnimmt, die eine Schwerhörigkeit bei Frequenzen $f < f_{\text{grenz}}$ leidet;

Fig. 6 das Frequenzspektrum des Vokales [e] ohne Oberwellenanreicherung;

Fig. 7 das Frequenzspektrum des Vokales [e] mit Oberwellenanreicherung.

Fig. 1 zeigt einen Signallaßplan der erfindungsgemäßen Hörhilfe. Ein Mikrophon 1, welches von einer Stromversorgung 2 mit Betriebsspannung versorgt wird, nimmt ein Umgebungssignal auf. Dieses Umgebungssignal wird mittels eines Kondensators 3 entkop-

pelt und dem Eingangsverstärker 4 zugeführt. Die Rückkoppelung 5 am Eingangsverstärker 4 hat das Ziel, die Verstärkung auf den linearen Bereich zu begrenzen. Im weiteren Signalverlauf werden in einem Hochpaß 6 die störenden niedrigen Frequenzen des Umgebungssignals herausgefiltert und das verstärkte, gefilterte Signal einer Signalweiche 7 zugeführt. Von dort wird es direkt an einen Mischer 9 geführt und über ein Element 8 zur Oberwellenanreicherung ebenfalls an den Mischer 9 weitergeleitet.

Im Zuge der Oberwellenanreicherung wird jede Eingangsschwingung mit den dazugehörigen Oberschwingungen angereichert.

Mit Hilfe des Mixers 9 kann der hörgeschädigten Person durch Verändern des Mischverhältnisses des gefilterten Umgebungssignals einerseits und des mit gefilterten Oberschwingungen angereicherten Umgebungssignals andererseits die Klangfarbe der Laute an die individuellen Hörgewohnheiten angepaßt werden. Dieses Verändern der Oberwellenanteile des Umgebungssignales erfolgt mittels des Stellgliedes 10.

Bevor das Signal aus dem Mischer 9 der hörgeschädigten Person zugeführt wird, kann auch in einem Ausgangsverstärker 11 die mit einem Lautstärkeregler 13 regelbare Intensität verstärkt werden. Durch eine Rückkopplung 12 wird eine Begrenzung des Ausgangssignals auf den linearen Bereich des Ausgangsverstärkers ermöglicht. Das verstärkte Ausgangssignal wird zwecks Entkopplung über einen Kondensator 14 und dann auf einen akustischen Wandler 15 weitergeleitet. Das Ausgangssignal des akustischen Wandlers 15 wird von der hörgeschädigten Person wahrgenommen. Es entspricht dem gefilterten, mit Oberwellen angereicherten und verstärkten Umgebungssignal.

Der Eingangsverstärker 4 und der Ausgangsverstärker 11 werden beide von der Stromversorgung 2 mit der nötigen Betriebsspannung versorgt.

Fig. 2 zeigt das Frequenzspektrum des Vokales [e:] gesprochen mit einer Grundfrequenz f_{grund} , wobei die Amplitude $|A|$ abhängig von der Frequenz f aufgetragen ist. Zur Charakterisierung des Vokales [e:] dienen die übrigen Obertöne, die 2 Maxima, die sogenannten Formanten, im Bereich von etwa 200 Hz bis 3000 Hz (gerundete statistische Mittelwerte) bilden. Der Abstand der Obertöne zueinander beträgt bei Vokalen f_{grund} . Die Grundfrequenz ist für die Tonhöhe des Vokales [e:] verantwortlich; durch die Position und Form der Formanten wird ein [e:] unabhängig von seiner Tonhöhe auch als solches verstanden.

Fig. 3 zeigt das Frequenzspektrum aus Fig. 2 wie es eine Person, die schwerhörig für Laute mit einer Frequenz $f < f_{\text{grenz}}$ ist, hören würde. Es ist deutlich zu erkennen, daß die Amplituden A_i der Spektrallinien der Frequenzen $f < f_{\text{grenz}}$ sehr klein sind. Eine schwerhörige Person kann aufgrund des mangelhaften akustischen Hörvermögens den Laut nur schlecht verstehen. Erschwerend kommt hinzu, daß die Form der Formanten durch das mangelnde Hörvermögen verändert ist und sich somit auch die Sprachverständlichkeit erheblich verschlechtert.

Herkömmliche Hörgeräte verstärken die Amplitude eines ausgewählten Frequenzbandes eines Lautes, falls dieses im zuvor mittels Audiometrie ermittelten Frequenzbereich der Schwerhörigkeit liegt (s. Fig. 4). Damit wird zwar der schwerhörigen Person ermöglicht, auch Laute in diesem Frequenzbereich der Schwerhörigkeit akustisch wahrzunehmen, der Laut ist aber stark verfremdet (s. Form der Formanten in Fig. 4 im Ver-

gleich zu Fig. 2) und die Sprachverständlichkeit erreicht erst nach einer relativ langen Eingewöhnungsphase befriedigende Werte. Aufgrund der natürlichen Redundanz der gesprochenen Sprache gibt man sich im allgemeinen zufrieden, wenn mit einem herkömmlichen Hörgerät 50% des Gesprochenen verstanden wird.

Diese Prozentzahl läßt sich mit der erfindungsgemäßen Anreicherung der Grundfrequenz f_{grund} mit Oberschwingungen erheblich verbessern. Fig. 5 zeigt das Frequenzspektrum des derart angereicherten Vokales [e:]. Das so erhaltene Spektrum weist durch die redundant kodierten Informationen einen wesentlich höheren Informationsgehalt auf, als das herkömmlich verstärkte Spektrum aus Fig. 4. Außerdem werden alle Formanten in ihrer Intensität verstärkt und in ihrer Dynamik erweitert, wodurch sie deutlicher, schärfer und dadurch insgesamt in größerer Anzahl wahrgenommen werden können. Durch die genannten zusätzlichen Qualitätsmerkmale, die den gesamten Informationsgehalt des Klanges erweitern, wird die sprachliche Dekodierungsfähigkeit deutlich verbessert. Schwerhörige Personen können Sprachlaute auf diese Art und Weise besser abgrenzen und verstehen.

Fig. 6 zeigt ein gemessenes Frequenzspektrum des nicht mit Oberwellen angereicherten Vokales [e:]. Fig. 7 zeigt demgegenüber das erfindungsgemäß mit Oberwellen angereicherte Frequenzspektrum dieses Vokales. Dabei sind in Fig. 7 deutlich die größeren Amplituden im Bereich der Obertöne zu erkennen.

Um die neuen Qualitätsmerkmale des Oberwellen angereicherten Sprachklanges auch umfangreich für die Dekodierung der Sprache nutzen zu können, wird in der Regel ein spezifisches Hörtraining mit den neuen, angereicherten Hörmustern erforderlich sein. Dabei werden zum Aktivieren der auditiven Rezeptionsfähigkeit einer schwerhörigen Person mit Oberschwingungen angereicherte Laute vorgespielt. Die Person lernt mit der Zeit aufgrund des redundant kodierten Inhalts solcher Laute diese trotz der Schwerhörigkeit zu verstehen. Das geschieht dadurch, daß das Gehör so trainiert wird, daß obwohl die Grundfrequenz eines Lautes zwar nicht akustisch wahrgenommen werden kann, es dennoch aus den redundant kodierten übrigen Signalen auf die Tonhöhe des Lautes schließen kann. Nach einer gewissen Trainingszeit kann dadurch ein verbessertes akustisches Wahrnehmungsvermögen normaler nicht angereicherter Umgebungssignale (Fig. 6) auch ohne Hörhilfe erzielt werden.

Patentansprüche

1. Hörhilfe für Personen mit frequenzabhängigen Hörverlusten, wobei abhängig von einem zu verstärkenden Umgebungssignal, welches als Eingangssignal an der Hörhilfe anliegt, ein Ausgangssignal erzeugt wird, welches der hörgeschädigten Person zugeführt wird und diese bei der Wahrnehmung des Umgebungssignals unterstützt, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig von der Grundfrequenz des zu verstärkenden Umgebungssignals dieses mit den zu der jeweiligen Grundfrequenz gehörenden Oberschwingungen angereichert ist.
2. Hörhilfe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Grundfrequenz des zu verstärkenden Umgebungssignals mit Oberschwingungen im gesamten für das gesunde menschliche Ohr hörbaren Frequenzbereich bis etwa 20 kHz angereichert ist.
3. Hörhilfe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-

kennzeichnet, daß das gesamte modulierte Klangspektrum am Ausgang zusätzlich verstärkbar ist.

4. Hörhilfe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein ausgewählter Frequenzbereich des modulierten Klangspektrums am Ausgang zusätzlich verstärkbar ist. 5

5. Hörhilfe nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine individuelle Anpassung der Hörhilfe durch ein Verändern des Mischverhältnisses von dem Eingangssignal mit dem mit 10
Oberschwingungen angereicherten Ausgangssignal der Hörhilfe erfolgt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

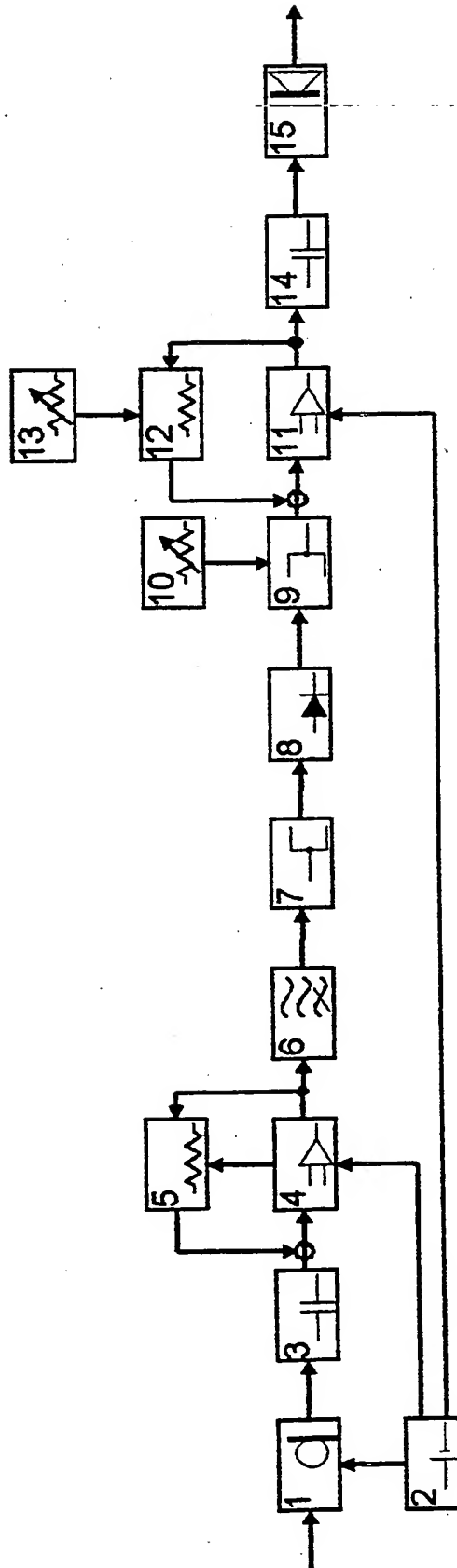


Fig. 1

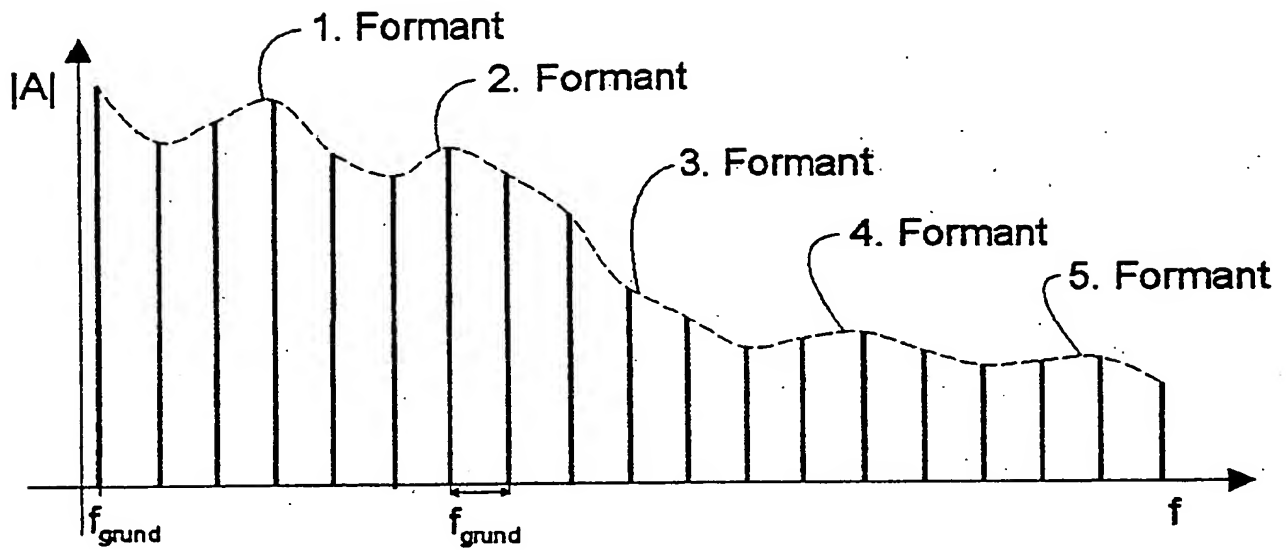


Fig. 2

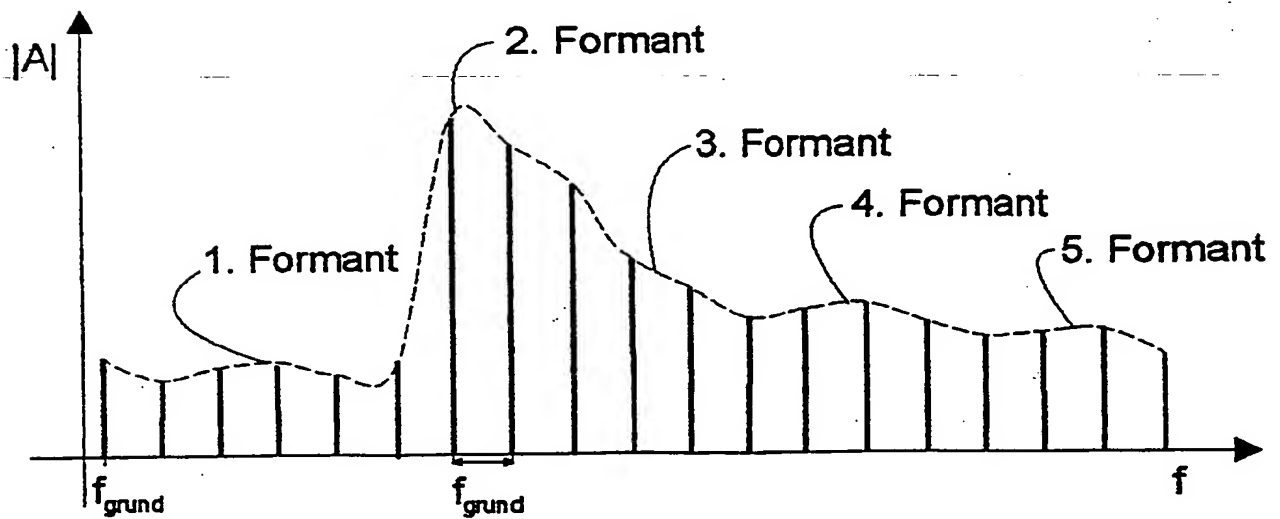


Fig. 3

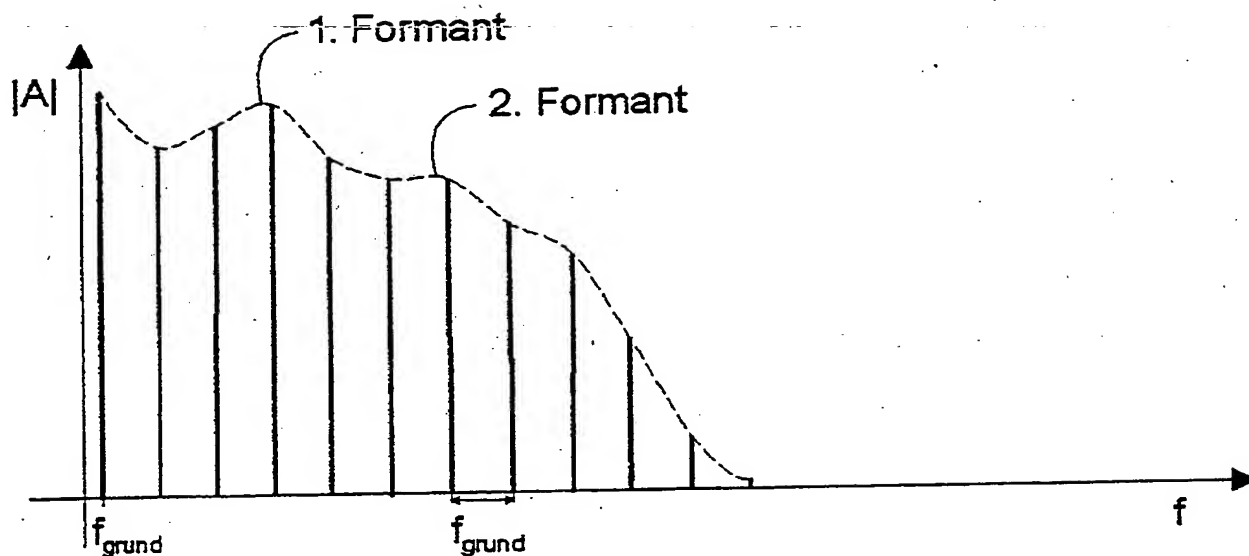


Fig. 4

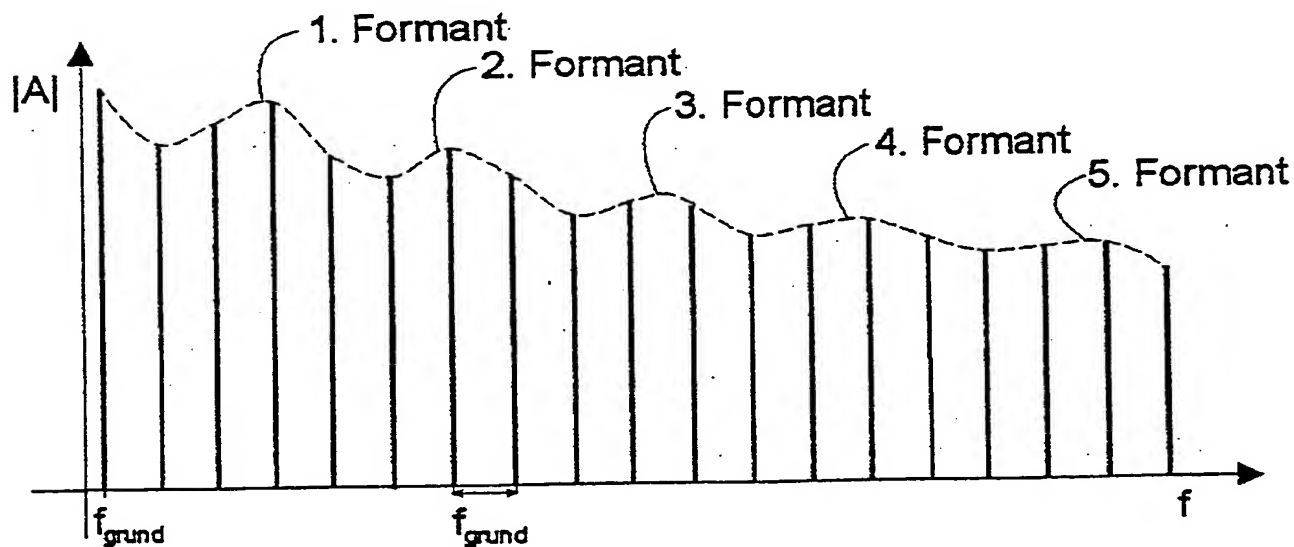


Fig. 5

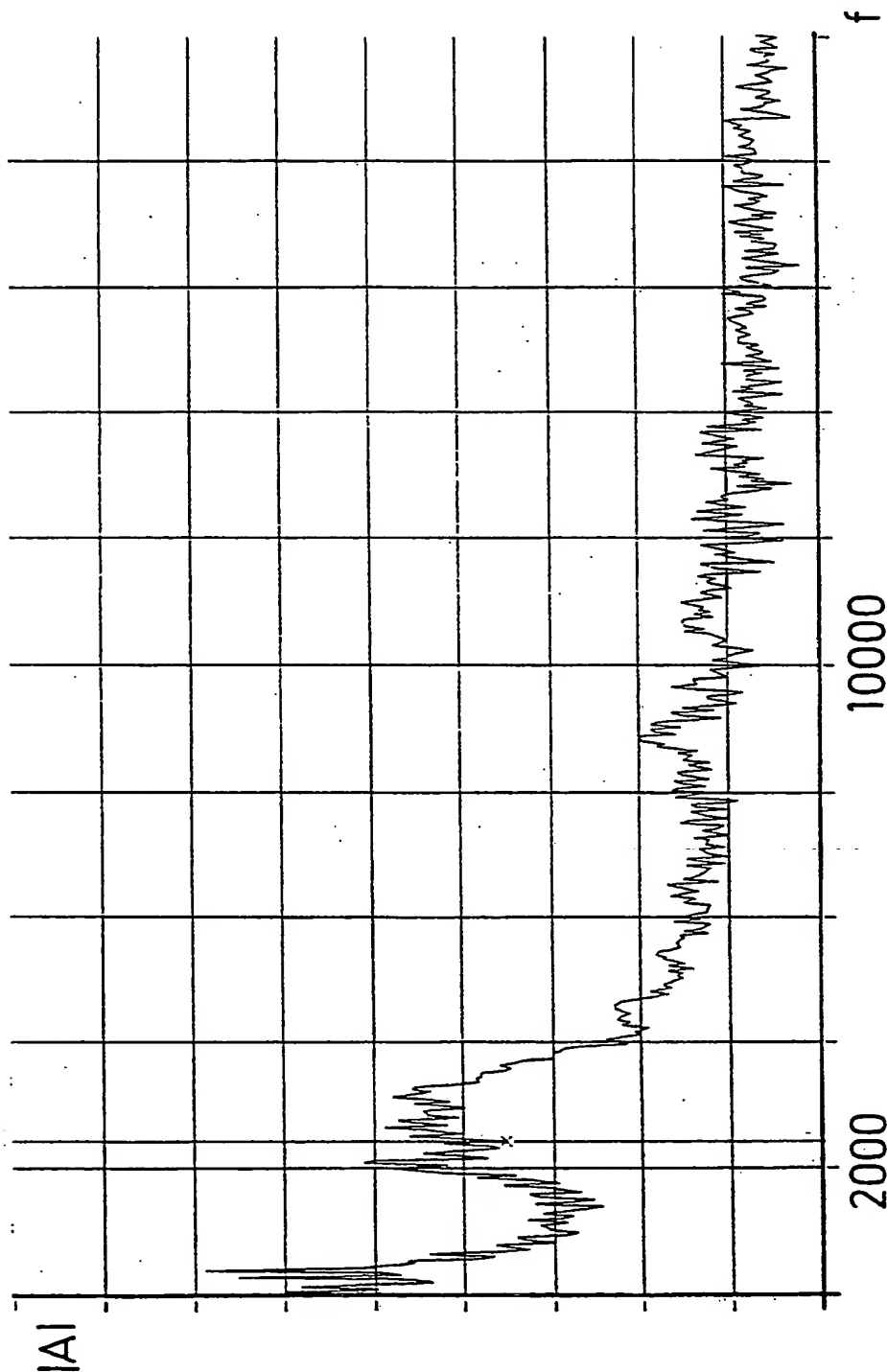


FIG. 6

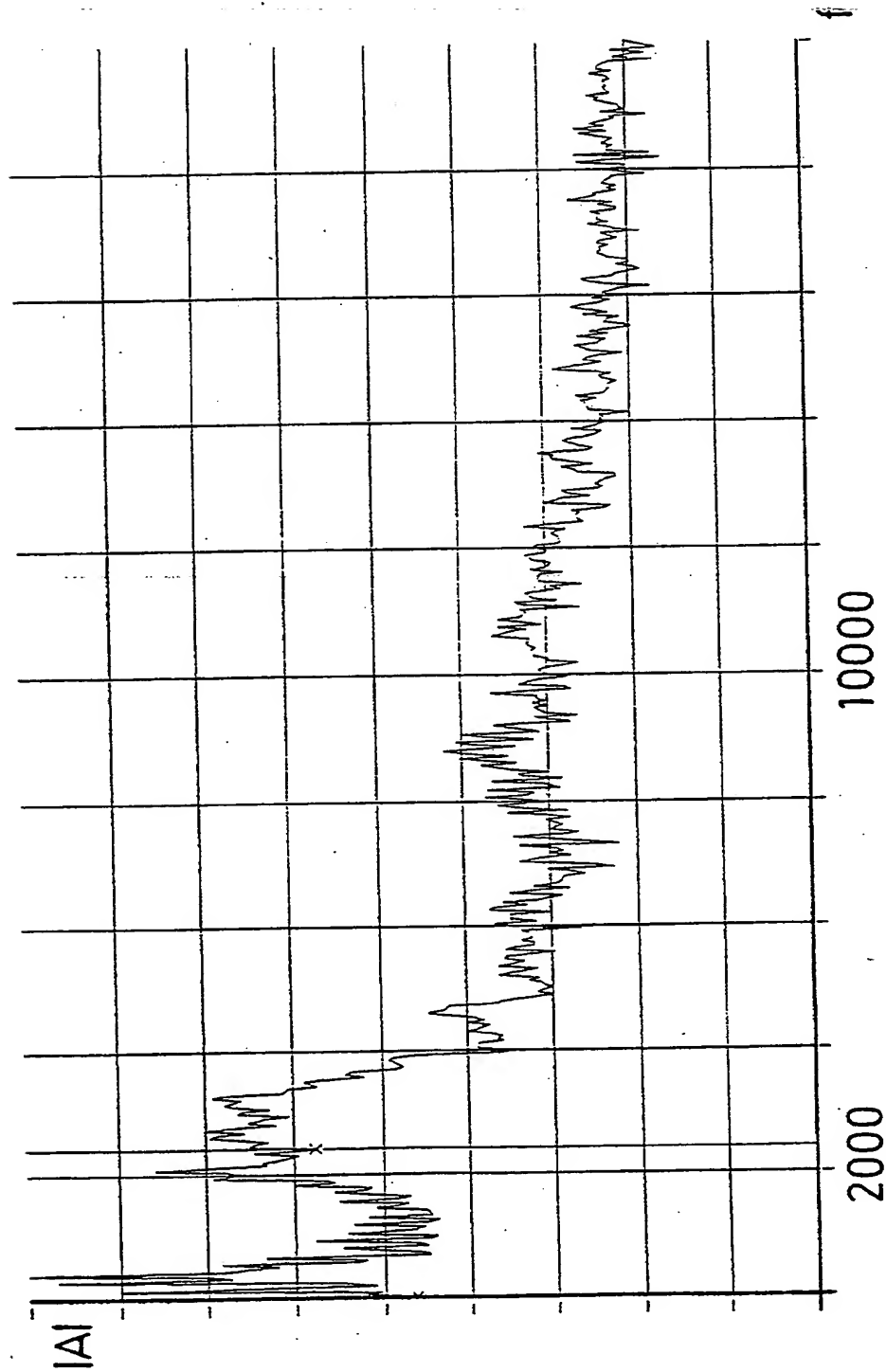


FIG. 7